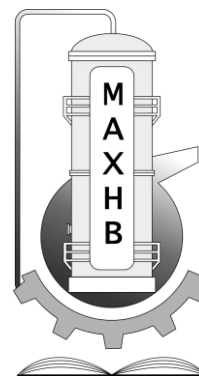


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

навчальної дисципліни
«Розрахунки та конструювання типового устаткування»

напряму 6.050503 Машинобудування

форма навчання денна

Київ-2016

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів напрямку 6.050503
Машинобудування з дисципліни “Розрахунки та конструювання типового
устаткування”: [Електронний ресурс]:/ НТУУ „КПІ”; уклад. І.А. Андреев. – Київ:
НТУУ „КПІ”, 2016. 12 с.

*Гриф надано Вченою радою
інженерно-хімічного факультету НТУУ „КПІ”
(Протокол № 2 від 28 березня 2016 р.)*

Для студентів інженерно-хімічного факультету.

Відповідальний редактор Корнієнко Ярослав Микитович, професор, д.т.н,

Рецензент:

Коваленко Ігор Валентинович, доцент кафедри хімічного, полімерного і
силікатного машинобудування Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут», к.т.н.

Навчальне видання

Андреев Ігор Анатолійович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
напряму 6.050503 Машинобудування
з дисципліни
“Розрахунки та конструювання типового устаткування”**

Вступ

Дисципліна напряму підготовки 6.050503 Машинобудування, спеціальності 8.05050303 – Обладнання лісового комплексу, освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, за денною формою навчання, складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Розрахунки та конструювання типового устаткування»

Дисципліна «Розрахунки та конструювання типового устаткування» є окремою дисципліною.

Об'єктом вивчення кредитного модуля є типове технологічне обладнання хімічних підприємств, а також процеси, що відбуваються в них.

Предметом вивчення кредитного модуля є забезпечення міцності, стійкості, жорсткості, герметичності, корозійної тривкості, конструктивної довершеності та інших вимог до елементів хімічного обладнання, підготовка конструкторської документації.

Міждисциплінарні зв'язки: кредитному модулю «Розрахунки та конструювання типового устаткування» передують навчальні дисципліни, такі як: «Опір матеріалів», «Гідравліка», «Процеси і апарати целюлозно-паперових виробництв», «Деталі машин». Навчальна дисципліна «Розрахунки та конструювання типового устаткування» забезпечує дисципліни «Папероробні, картоноробні та спеціальні машини», «Проектування папероробних, картоноробних та спеціальних машин», «Розрахунок і конструювання папероробних та картоноробних машин», «Розрахунок і конструювання обладнання целюлозно-паперових виробництв», «Конструювання основних елементів папероробних та картоноробних машин».

1. Мета та завдання кредитного модуля

1.1. Метою вивчення даного кредитного модуля є формування у студентів комплексу знань, умінь, навичок, необхідних для кваліфікованого конструювання і виконання розрахунків типового устаткування хімічної промисловості. Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає формування наступних здатностей:

- використання та застосовування в професійній діяльності нормативних методів розрахунку посудин та апаратів хімічних виробництв,
- використання знання проектування і конструювання типового обладнання,

- володіння методикою визначення навантажень, які виникають при монтажі, випробуваннях і в робочих умовах,

- одержання інформації щодо поточного стану елементів обладнання при експлуатації,

- удосконалення обладнання хімічних виробництв,

- використання методики розрахунку напружень і деформацій, які виникають при роботі типового обладнання.

1.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- основні конструкції машин та апаратів, типових вузлів і деталей та вимог до них;

- матеріали, які застосовуються в хімічному машинобудуванні і їх властивості;

- розрахункові параметри і правила їх визначення;

- умови міцності, жорсткості, стійкості, вібростійкості, герметичності;

- розрахункові моделі оболонок, пластин, стержнів;

- визначення напружень, аналізу напруженого стану, допустимих та граничних навантажень;

- нормативні методи розрахунку посудин та апаратів;

- розробка конструктивно довершеного виробу.

уміння:

- на основі особливостей технологічного процесу визначати для конструкції початкові і граничні умови та схему навантажень,

- на основі робочих умов визначати напружено-деформований стан конструкції при статичних та динамічних термосилових навантаженнях,

- базуючись на знаннях теоретичної підготовки, користуючись довідниками та нормативами вибирати конструкційні матеріали та матеріали ущільнень,

- користуючись довідковими матеріалами, виконувати розрахунки щодо міцності типового устаткування,
- проводити параметричні розрахунки типового обладнання за допомогою відомих аналітичних залежностей та довідкової інформації,
- враховувати необхідність зборки, розборки, транспортування та монтажу виробу,
- на підставі отриманих знань виконувати розрахунки на жорсткість, стійкість, міцність та розробляти конструкторську документацію,
- створювати безпечні в експлуатації конструкції.

досвід:

- розробки конструкції посудини або апарата;
- забезпечення міцності, стійкості, жорсткості, герметичності, корозійної тривкості, конструктивної довершеності та інших вимог до елементів хімічного обладнання.

2. Структура кредитного модуля

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 105 годин / 3,5 кредитів ECTS.

Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				МКР	Семестрова атестація
	кредитів	годин	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні роботи	СРС		
<i>Денна</i>	<i>3,5</i>	<i>105</i>	<i>36</i>	<i>36</i>	<i>--</i>	<i>33</i>	<i>--</i>	<i>Диф. залік</i>

3. Календарно-тематичний план

Календарно-тематичний план засвоєння навчальної дисципліни

Тиждень	Назви розділів і тем	Рекомендований час СРС
1	Лекція 1. Розділ 1. Мета і завдання курсу. Тема 1.1. Зміст курсу. Основні вимоги до машин і апаратів, конструювання і проектування. Стадії підготовки конструкторської документації. Практичне заняття 1. Визначення розрахункової температури, робочого, розрахункового, пробного, умовного тисків, допустимих напружень.	1
2	Лекція 2. Розділ 2. Розрахункові параметри і допустимі напруження. Тема 2.1. Розрахункова температура. Тиск робочий, розрахунковий, пробний, умовний. Допустиме напруження. Критерії міцності. Основні теорії міцності. Практичне заняття 2. Розрахунок циліндричної обичайки, яка знаходиться під дією внутрішнього тиску.	1
3	Лекція 3. Розділ 3. Матеріали, які застосовуються у хімічному машинобудуванні. Тема 3.1. Застосування сталей, чавунів, кольорових металів, неметалевих матеріалів в хімічному машинобудуванні. Класифікація конструкційних матеріалів, властивості, призначення і маркування. Практичне заняття 3. Розрахунок днищ і кришок, які знаходяться під дією внутрішнього тиску.	1
4	Лекція 4. Розділ 4. Конструкції і розрахунок тонкостінних оболонок. Тема 4.1. Відмінність тонкостінної оболонки від товстостінної при розрахунках на міцність. Визначення оболонки, серединної поверхні, меридіанної площини, меридіану, паралелі, першого і другого головних радіусів. Практичне заняття 4. Розрахунок циліндричної обичайки, яка знаходиться під дією зовнішнього тиску.	1
5	Лекція 5. Тема 4.2. Основні поняття моментної та безмоментної теорій оболонок. Рівняння Лапласа. Практичне заняття 5. Розрахунок циліндричної обичайки, яка знаходиться під спільною дією зовнішнього тиску і осової стискуючої сили.	2
6	Лекція 6. Тема 4.3. Тонкостінні циліндричні обичайки. Вимоги до конструкції. Внутрішні зусилля та напруження в циліндричній оболонці. Розрахунок на міцність циліндричної тонкостінної обичайки, яка знаходиться під дією внутрішнього тиску. Практичне заняття 6. Розрахунок конічного днища, яке навантажене зовнішнім тиском.	2

7	<p>Лекція 7. Тема 4.4. Конструкції та застосування напівсферичних, торосферичних і еліптичних днищ. Вимоги до конструкцій. Розрахунок на міцність днищ від дії внутрішнього тиску. Конічні і плоскі днища, що знаходяться під дією внутрішнього тиску. Застосування, конструкції, розрахунок. Розрахунок кришок з додатковим крайовим моментом, які навантажені внутрішнім тиском.</p> <p>Практичне заняття 7. Розрахунок еліптичного і півсферичного днищ, які навантажені зовнішнім тиском.</p>	2
8	<p>Лекція 8. Тема 4.5 Особливості роботи обичайок під зовнішнім тиском. Втрата стійкості. Критичний тиск. Формула Сазерленда. Укріплення обичайок кільцями жорсткості.</p> <p>Практичне заняття 8. Розрахунок несучої спроможності обичайки під опорою.</p>	1
9	<p>Лекція 9. Тема 4.6. Розрахунок товщини обичайки, яка навантажена осьовою силою, що розтягує. Розрахунок обичайок під спільною дією осьової сили, згинаючого моменту і поперечної сили на стійкість. Розрахунок товщини випуклих тонкостінних днищ, які навантажені зовнішнім тиском. Розрахунок на стійкість конічних тонкостінних днищ, які навантажені зовнішнім тиском. Розрахунок на стійкість конічних тонкостінних днищ, які навантажені осьовою силою, що розтягує. Розрахунок на стійкість конічних тонкостінних днищ, які навантажені осьовою стискуючою силою. Розрахунок на стійкість конічних тонкостінних днищ, які навантажені згинаючим моментом.</p> <p>Практичне заняття 9. Розрахунок несучої спроможності обичайки під опорою при наявності підкладного листа.</p>	2
10	<p>Лекція 10. Розділ 5. Опори апаратів.</p> <p>Тема 5.1. Опори апаратів. Основні конструкції. Вимоги до конструкцій. Конструкція і застосування опорних лап і опорних стояків. Перевірка несучої спроможності обичайок від дії реакції опорних лап. Конструювання опорних обичайок. Розрахунок опорних обичайок.</p> <p>Практичне заняття 10. Розрахунок крайової сили і крайового моменту.</p>	2
11	<p>Лекція 11. Тема 5.2. Розрахунок на міцність опуклих днищ від дії реакцій опорних стояків. Конструкції сидлових опор горизонтальних апаратів. Перевірка несучої спроможності корпусу горизонтального апарата під опорою. Розрахунок на міцність обичайок та опуклих днищ від навантажень, що діють на стропувальні вушка.</p> <p>Практичне заняття 11. Розрахунок крайових напружень і перевірка умови міцності.</p>	2

12	Лекція 12. Розділ 6. Крайові навантаження. Тема 6.1. Крайові навантаження. Причини виникнення крайових навантажень. Розрахунок крайових навантажень. Умова сумісності деформацій в місці сполучення деталей. Знаходження крайової сили і крайового моменту. Практичне заняття 12. Розрахунок валу на вібростійкість.	2
13	Лекція 13. Тема 6.2. Розрахунок крайових напружень. Практичне заняття 13. Розрахунок валу на жорсткість.	1
14	Лекція 14. Розділ 7. Розрахунок валів перемішуючих пристроїв. Тема 7.1. Перемішуючі пристрої. Конструкції та застосування. Розрахунок валів перемішуючих пристроїв на вібростійкість. Практичне заняття 14. Розрахунок валу на міцність.	1
15	Лекція 15. Тема 7.2. Розрахунок валів перемішуючих пристроїв на жорсткість і міцність. Практичне заняття 15. Розрахунок напружень, які виникають в корпусі апарата високого тиску в робочих умовах.	2
16	Лекція 16. Розділ 8. Конструювання і розрахунок апаратів високого тиску. Тема 8.1. Застосування і конструкції товстостінних посудин. Нормативні параметри. Практичне заняття 16. Розрахунок товщини стінки апарата високого тиску.	2
17	Лекція 17. Тема 8.2. Напруження в монолітній стінці при пружно-пластичних деформаціях. Температурні напруження в товстостінних посудинах та їх урахування при розрахунку на міцність. Практичне заняття 17. Розрахунок затворів апаратів високого тиску.	2
18	Лекція 18. Тема 8.3. Розрахунок затворів, кришок і днищ апаратів високого тиску. Практичне заняття 18. Проведення заліку.	6

4. Самостійна робота

На початку семестру студенти мають за своїм логіном і паролем увійти до електронного Кампусу й отримати необхідні матеріали для вивчення дисципліни.

Рекомендується щотижня засвоювати навчальний матеріал однієї лекції відповідно до календарно-тематичного плану та перевірити ступінь засвоєння навчального матеріалу, відповівши на контрольні запитання (провести тестування).

Самостійна робота студентів займає 31 % часу вивчення курсу, включає також підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області розрахунків і конструювання типового устаткування, що не ввійшла перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

Тиждень	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Література	Кількість годин СРС
	Розділ 1. Мета і завдання курсу		
1	Завдання на СРС: Визначення перспективних апаратів хімічної промисловості з наведенням прикладів їх застосування.	Література [1-5].	1
	Розділ 2. Розрахункові параметри і допустимі напруження		
2	Завдання на СРС: Визначення допустимого напруження для випадків застосування кольорових матеріалів. Порівняти величини розрахункового тиску при наявності гідростатичного тиску рідини і запобіжних клапанів.	Література [1, 3, 4, 9, 11, 20].	1
	Розділ 3. Матеріали, які застосовуються у хімічному машинобудуванні		
3	Завдання на СРС: Застосування полімерних матеріалів в хімічному машинобудуванні.	Література [1, 3, 4, 11, 20].	1
	Розділ 4. Конструкції і розрахунок тонкостінних оболонок.		
4	Завдання на СРС: Проаналізувати вплив різних факторів на товщину стінки обичайки. Порівняти значення допустимих тисків, які були визначені з умов міцності і стійкості в границях пружності.	Література [1-3, 5-11, 20].	1
5	Завдання на СРС: Проаналізувати вплив конструкції днищ і кришок на їх товщину. Проаналізувати розрахунок обичайки на стійкість при сумісній дії зовнішнього тиску, осьової і поперечної сил, а також згинаючого моменту.	Література [1-3, 5-11, 20].	2
6	Завдання на СРС: Розрахунок обичайок, які підкріплені ребрами жорсткості. Розглянути способи укріплення конічного днища.	Література [1-3, 5-11, 20].	2
7	Завдання на СРС: Порівняти металоемності еліптичного і півсферичного днищ, які	Література [1-3, 5-11, 20].	2

	навантажені однаковим зовнішнім тиском.		
8	Завдання на СРС: Порівняти металоемності еліптичного і півсферичного днищ, які навантажені однаковим зовнішнім тиском. Розрахунок товщини ребра жорсткості опори типу «лапа».	Література [1-3, 5-11, 12, 16-18, 20].	1
9	Завдання на СРС: Пропозиції щодо вдосконалення розрахунку обичайки під опорою.	Література [1-3, 5-11, 12, 16-18, 20].	2
	Розділ 5. Опори апаратів		
10	Завдання на СРС: Навести типи нестандартних опор. Порівняння величини крайових навантажень залежно від конфігурації з'єднувальних елементів.	Література [2, 5-8, 10, 12, 16-18].	2
11	Завдання на СРС: Розрахунок нестандартних опор. Пропозиції щодо зменшення крайових навантажень.	Література [2, 5-8, 10, 16-18].	2
	Розділ 6. Крайові навантаження		
12	Завдання на СРС: Пропозиції щодо уникнення крайових навантажень. Пропозиції щодо шляхів зменшення діаметра валу.	Література [2, 3, 5-15].	2
13	Завдання на СРС: Розрахунок напружень по товщині стінки сполученого елемента. Пропозиції щодо шляхів підвищення жорсткості валу.	Література [2, 3, 5-15].	1
	Розділ 7. Розрахунок валів перемішуючих пристроїв		
14	Завдання на СРС: Пропозиції щодо збільшення міцності валу.	Література [2, 5-8, 10, 11, 13-15].	1
15	Завдання на СРС: Розрахунок валів змінного поперечного перерізу. Проаналізувати вплив навантажень на напруження в циліндричній обичайці.	Література [2-10, 11, 13-15].	2
	Розділ 8. Конструювання і розрахунок апаратів високого тиску		
16	Завдання на СРС: Проаналізувати вплив навантажень на напруження в циліндричній обичайці. Проаналізувати вплив температурних деформацій на міцність корпусу апарата високого тиску.	Література [2-10]	2
17	Завдання на СРС: Розрахунок укріплення отворів товстостінних посудин. Порівняти ефективність стандартних затворів.	Література [2-10]	2
18	Завдання на СРС: Підготовка до диф. заліку.	Література [1-21]	6

5. Оцінювання результатів навчання

Проводиться згідно Положення про РСО до дисципліни «Розрахунки та конструювання типового устаткування».

6. Рекомендована література

6.1. Базова

1. Андреев І.А. Конструювання і розрахунок типового устаткування хімічних виробництв. Основні положення. Елементи тонкостінних посудин, навантажених внутрішнім тиском. Навч. посібник. – К.: «Видавництво «Політехніка», 2011. – 272 с.
2. Андреев І.А., Мікульонюк І.О. Розрахунок, конструювання та надійність обладнання хімічних виробництв: Термінологічний словник. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2002. – 216 с.
3. Андреев І.А., Зубрій О.Г., Мікуленок І.О. Застосування матеріалів у хімічному машинобудуванні. Сталі і чавуни, - К.: ІЗМН, 1999. – 148 с.
4. Андреев І.А., Зубрій О.Г. Конструювання та розрахунок апаратів високого тиску, - К.: ІЗМН, 1999. – 144 с.
5. Андреев І.А. Методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності «Обладнання лісового комплексу» з дисципліни «Розрахунки та конструювання типового устаткування» [Електронний ресурс]: НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 4,93 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 99 с. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/9789>.
6. Михалев М.Ф., Третьяков Н.П., Мильченко А.И., Злобин В.В. Расчет и конструирование химических производств. Примеры и задачи: Учебное пособие под ред. Михалева М.Ф. – Л.: Машиностроение, 1984. – 301с.
7. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств: Учебник – М.: Машиностроение. 1983. – 447с.
8. Лацинский А.А. Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1981. – 382 с.
9. Топтуненко Е.Т. Основны конструирования и расчета химических машин и аппаратов, часть 1. – Киев.: “Вища школа”, 1969. –175 с.
10. Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, – К.: Держнаглядохорона праці, 1998. – 273с.
11. Криворот А.С. Конструирование и основы проектирования машин и аппаратов химической промышленности. – М.: Машиностроение, 1976. – 376 с.
12. ГОСТ 14249 –89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.
13. В.Г. Доброногов, І.О. Микуленок . Конструювання опорних вузлів хімічних апаратів і перевірка несучої спроможності обичайок що до опорних навантажень. К.: ІСДО, 1995. – 184 с..
14. Доброногов В.Г., Зубрій О.Г., Воронин Л.Г. Алгоритм расчета на виброустойчивость валов механических перемешивающих устройств.. Методические указания по применению вычислительной техники по курсу “РК МАХП” , Киев: КПИ, 1988. – 51 с.

- 15.Доброногов В.Г., Зубрий О.Г., Воронин Л.Г. Алгоритм расчета на жесткость валов механических перемешивающих устройств.. Методические указания по применению вычислительной техники по курсу “РК МАХП” , Киев: КПИ, 1989. – 60 с.
- 16.Доброногов В.Г., Зубрий О.Г., Воронин Л.Г. Алгоритм расчета на прочность валов механических перемешивающих устройств.. Методические указания по применению вычислительной техники по курсу “РК МАХП” , Киев: КПИ, 1990. – 58 с.

6.2. Допоміжна

- 17.Кольман-Иванов Э.Э. и др. Конструирование и расчет машин химических производств: Учебник. М.: Машиностроение, 1985. – 406 с.
- 18.Канторович З.Б. Машины химической промышленности: Учебное пособие.- М.: Машиностроение. 1965. – 415 с.
- 19.Вихман Г.Л. Круглов С.А. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов: Учебник.- М.: Машиностроение 1973. – 328с.
- 20.Андреев І.А. Методичні вказівки до виконання домашньої контрольної роботи для студентів спеціальності “Обладнання лісового комплексу” з дисципліни “Розрахунок та конструювання типового устаткування” [Електронний ресурс]: / НТУУ „КПІ” ІХФ № М04/12-8, пр. № 3 від 27.02.12; уклад. І.А. Андреев. – Київ: НТУУ „КПІ”, 2011. – 20 с. URI (<http://library.kpi.ua:8080/handle/123456789/1560>).
- 21.Андреев І.А. Методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності «Обладнання лісового комплексу» з дисципліни «Розрахунок і конструювання елементів папероробних і картоноробних машин – 1» [Електронний ресурс]: / . НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 3,14 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 71 с. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7698>.

7. Консультації і контакти із науково-педагогічним працівником.

Спілкування з викладачем проводиться на лекційних заняттях, практичних заняттях, консультаціях, через електронний Кампус або електронною поштою.